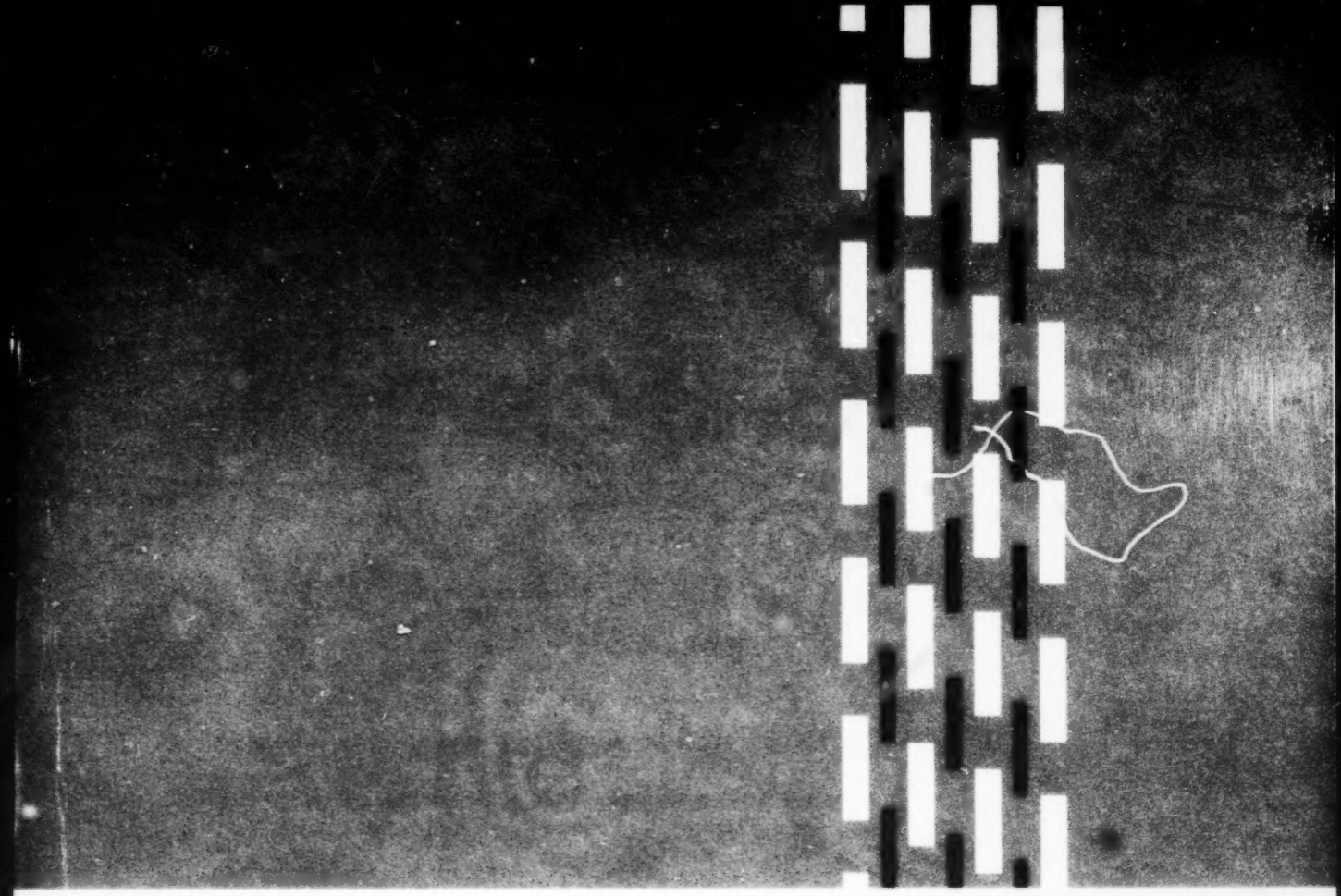

# L'ordinateur compatible avec les enseignants

## Prospective sur les micro-ordinateurs en éducation

*FRANCIS MEYNARD*

Québec

86-1505/

# L'ORDINATEUR COMPATIBLE AVEC LES ENSEIGNANTS

## Prospective sur les micro-ordinateurs en éducation

MINISTERE DE L'EDUCATION

Novembre 1984

Direction des politiques et des plans:
Jacques Lamarche, directeur

Service de la technologie éducative:
Claude Fortier, directeur

Chef de projet:
Louise Dubuc

Conception et rédaction:
Francis Meynard

Dactylographie:
Michèle Robert

ISBN: 2-550-08287-7
Dépôt légal: deuxième trimestre 1985
Bibliothèque nationale du Québec
Code: 55-0003

SOMMAIRE

LONGUE INTRODUCTION

- Difficulté des prévisions..... 5
- Les avancées de la technologie informatique..... 6
- Les avancées de la technologie en éducation..... 7

1° PARTIE. TENDANCES ACTUELLES EN MICRO-INFORMATIQUE

- Préliminaire..... 11
1 Les micro-ordinateurs..... 12
2 Les mémoires..... 13
3 Les réseaux locaux..... 13
4 Les systèmes d'exploitation..... 14
5 Les périphériques d'entrée et de sortie..... 15
6 Les langages de programmation..... 16
7 Les logiciels d'application..... 17
8 Les données manipulées..... 19
9 Les micro-ordinateurs et l'audiovisuel..... 19
10 Les micro-ordinateurs et le vidéotex..... 21
11 Les interfaces à l'usager..... 22
12 La portativité des micro-ordinateurs..... 23
13 Le coût des micro-ordinateurs..... 25

2° PARTIE. TENDANCES ACTUELLES DE LA MICRO-INFORMATIQUE EN ÉDUCATION

1 Le matériel..... 27
2 Les réseaux..... 29
3 Les logiciels..... 30
4 Les utilisations pédagogiques..... 31
5 La formation des personnels..... 34
6 L'évolution des mentalités..... 35

## 3° PARTIE. PROSPECTIVE SUR LES MICRO-ORDINATEURS EN ÉDUCATION

1 L'ordinateur: objet, média ou bien outil?..... 37
2 L'ordinateur-outil en éducation..... 39
3 L'ordinateur compatible avec les enseignants..... 42
4 L'ordinateur compatible avec les apprenants..... 45

## CONCLUSIONS

- A.P.O ou A.O.P.?..... 49
- L'ordinateur-marmiton..... 50
- La compatibilité d'humeur..... 50
- Quelle logique?..... 51
- Vivent les excentriques..... 54

# L'ORDINATEUR COMPATIBLE AVEC LES ENSEIGNANTS
## - Prospective sur les micro-ordinateurs en éducation -

## LONGUE INTRODUCTION

### - Difficulté des prévisions

«Prophétiser, c'est très difficile, disait mon grand-père, surtout quand il s'agit du futur». J'ajouterai « et d'autant plus quand il s'agit de l'ordinateur et de ses applications en éducation» . C'est en effet un lieu d'antagonisme entre deux forces puissantes: la mouvance évolutive accélérée de la technologie des ordinateurs et la résistance bien connue du monde de l'enseignement à toute forme de changement.

On peut à ce sujet rappeler les prédictions dues à d'éminentes personnalités ou institutions et mentionnées par Pierre Pérusse dans «Technologie éducationnelle au temps futur»:

- «la venue de l'ordinateur en enseignement créera un fort sentiment de dépersonnalisation chez les étudiants» (National academy of Engineering, 1969);

- «en 1985, l'enseignement se fera par rayonnement de l'information depuis un ordinateur central vers des terminaux périphériques nombreux» (Lockheed Missile and Space Company, 1969);

- «à partir de 1986, l'apprentissage en dehors de l'école sera courant aux niveaux secondaire et supérieur...» (Bell Canada, 1971);

- «en 1990, la technologie sera le plus souvent utilisée pour faire un meilleur travail à coût égal...L'enseignement privilégiera des concepts comme l'efficience, l'imputabilité (responsabilité financière) et la productivité... Les enseignants auront assumé leurs nouveaux rôles de gestionnaires de l'apprentissage et de

personnes-ressources, avec l'aide de divers para-professionnels et spécialistes des médias... L'éducation sera disponible pratiquement partout et en tout temps...» (Anastasio et J.S. Morgan, 1972)

Ces vues prospectivistes pénétrantes nous mettent en garde contre toute tentation de «pré-voyance» facile à partir de la seule évolution des technologies.

- Les avancées de la technologie informatique

Et même là, il ne faut pas croire que les innovations retenues et exploitées concrètement découlent automatiquement des découvertes dans le champ du «hardware».

Les applications retenues ne sont pas celles qu'on prévoyait. Elles ne sont pas toujours liées aux avancées dans le domaine du matériel. Ainsi la fibre optique a pris presque dix ans de retard dans son développement à cause de la difficulté de trouver des capitaux par la «R and D» et à cause de certaines difficultés imprévues dans l'épuration de la matière première et la fabrication des fibres puis dans l'installation sur place des câbles. On a perdu un an à Biarritz pour résoudre la difficulté des coudes brusques du câble dans les entrées et à l'intérieur des maisons. Des inventions pleines de promesses sont restées sur les tablettes (comme le Perceptron) ou ont été limitées par les interventions politiques, comme les soucoupes domestiques pour capter les ondes hertziennes.

Au contraire, certaines inventions jugées sans avenir ont trouvé de brusques débouchés parce que le monde des affaires ou le grand public y ont trouvé une utilité. Cette utilité est souvent liée au contenu: le disque-son basse vitesse s'est imposé face au 78 tours grâce à «South Pacific» et Apple a dû son triomphe en grande partie à Visicalc.

A l'inverse, le vidéotex grand public piétine faute d'applications jugées utiles et rentables pour monsieur-tout-le-monde. Hillman, auteur

du système d'exploitation CP/M et plus récemment du «Vidlink», logiciel de gestion de vidéodisque à partir du Commodore 64, attend le contenu de génie qui lancera commercialement cette invention.

Quand on fait l'historique réel des générations d'ordinateurs, on s'aperçoit que le facteur «idées» a été plus important que l'élément machine. C'est l'adoption du système binaire qui a permis le développement vertigineux des processeurs, et l'idée de Von Neumann d'inscrire en mémoire la programmation a été plus déterminante que l'utilisation du silicium comme semi-conducteur.

Pour l'avenir immédiat, la prochaine génération d'ordinateurs (dite la 5e) sera plus basée sur l'utilisation des systèmes intégrés, des langages de ultra-haut niveau (comme dit Alan Kay), des systèmes experts, et sur la mise en hardware de pans entiers de logiciels, que sur de nouvelles trouvailles du domaine matériel comme l'effet Josephson ou le bain de carbone.

Le plus important dans l'avancée technologique pour les ordinateurs n'est donc pas l'aspect mécanique, mais le domaine des idées: logiciels, applications, contenus.

Or c'est un domaine fluant, assez imprévisible, autant dans ce qui touche au génie créateur des auteurs, qu'en ce qui a trait aux choix des utilisateurs.

- <u>Les avancées de la technologie en éducation</u>

Quant au monde de l'éducation, comment est-il interrogé par les nouvelles technologies? Comme on est interrogé par une pierre en plein front.

Il a fallu quinze ans pour qu'on découvre soudain les vertus éducatives du «Logo» de Papert et Minsky.

Selon une étude américaine, les professeurs sont moins inquiets du spectre du chômage en face de l'ordinateur, que du fait d'avoir à changer leur manière d'enseigner, à cause de son irruption.

Il leur faut, dit-on, cinq ans en moyenne pour digérer ce changement de méthodologie et penser au profit que peuvent en tirer leurs élèves. Au Québec, surtout, où les enseignants sont fermement convaincus par toute leur formation que les activités de classe leur appartiennent et font intimement partie de la relation maître-élève, il est difficile de leur faire accepter qu'une partie, si minime soit-elle, de ces activités puisse être confiée à une machine.

L'enseignement est l'un des derniers refuges (avec le travail de bureau...pas pour longtemps, et la création artistique... heureusement) de l'artisanat face à l'ingénierie qui envahit le monde de la production, et qui est la source des nouvelles technologies.

L'artisanat considère chaque production comme un acte unique de génie créateur. Il ne se transfère qu'après un long apprentissage sur les fondements du talent personnel. Il ne se transporte dans l'espace qu'en déménageant l'artisan, son matériel, ses techniques, ses secrets.

L'ingénierie, de son côté, est fondée sur la répétitivité d'actes producteurs identiques; la transportativité intégrale d'un point à un autre; et la transmissivité totale d'une personne à une autre.

Il ne faut pas une longue analyse pour s'apercevoir qu'une bonne partie des actes éducatifs peuvent et ont avantage à passer du stade artisanal au stade de l'ingénierie. Car l'éducation comprend une part de techniques de base, d'automatismes, de contenus non évolutifs. Mais, il y aura loin de la coupe aux lèvres...

La résistance à l'évolution technologique n'est pas seulement le fait du monde enseignant. Elle est aussi le reflet de l'instinct de reproduction de l'espèce et de l'instinct de conservation qui poussent

les individus et les sociétés à transférer à leurs descendants ce qu'il ont appris, de la même manière qu'ils l'ont appris. Et cette tendance se reflète jusque dans le domaine politique qui doit tenir compte des choix des électeurs. L'éducation en tant que système est au moins autant une affaire de politique que d'idéal pédagogique.

Quoi qu'il en soit, on constate donc un décalage chronologique important entre la naissance d'une nouvelle application technologique et son acceptation par le monde éducatif (et encore plus en ce qui concerne sa véritable intégration dans la pédagogie). On a pu avancer le chiffre de vingt ans. Mais ce délai semble se raccourcir, avec l'accélération du rythme de naissance de ces technologies et aussi avec le harcèlement du marketing qui en est fait par le monde des affaires. Ajoutons-y les pressions des gouvernements pour les différents «virages» de la modernité et l'importance du «marché captif» que constitue le secteur de l'éducation pour «amorcer la pompe» d'une industrie nationale des nouveautés. Il faut aussi tenir compte du désir nouveau des parents de faire que leurs enfants aient leur place et si possible une bonne place dans le monde qui se prépare.

Ainsi nous observons qu'il ne s'est écoulé qu'environ cinq ans entre l'arrivée en force des micro-ordinateurs dans les magasins et leur adoption par le système éducatif québécois. Il a fallu compter aussi cinq ans entre la naissance du vidéotex et son expérimentation réelle dans les écoles. Pour en revenir au système informatique Logo, il n'y a eu en fait que ce même laps de temps entre sa disponibilité sur micro-ordinateurs et sa diffusion dans les commissions scolaires.

Voici donc une indication pratique: on peut, en se mettant au courant des applications technologiques déjà disponibles aujourd'hui, prévoir ce qui titillera le monde éducatif dans cinq ans ou peut-être moins. Nous sommes donc justifiés de «prophétiser le présent» et d'éviter ainsi l'écueil dénoncé par mon grand-père, tout en préparant le futur de l'éducation.

Dans les pages qui suivent, nous allons présenter les récentes ou actuelles réalisations dans le domaine de l'informatique; analyser les tendances actuelles du monde éducatif à cet égard; examiner les possibilités de mariage entre ces deux mondes et en déduire les créneaux de prospective.

Nous limiterons cette étude aux ordres primaire-secondaire et collégial, car nous manquons d'éléments pour le niveau universitaire. Et nous resterons dans les limites du Québec.

## 1° PARTIE. TENDANCES ACTUELLES EN MICRO-INFORMATIQUE

- Préliminaire

Soyez avertis tout de suite: je ne vais rien vous révéler de nouveau si vous êtes de fidèles lecteurs des revues spécialisées dans le domaine de l'informatique comme Byte, Creative Computing, Popular Computing, Computer, Practical Computing, Spectrum, Proceedings of the I.E.E.E.... Rajoutez-y Scientific American, et par révérence pour le fait français, Micro-systèmes, Science et technologies, Informatique et Bureautique. Compulsez les livraisons de 1984 et vous avez mes principales sources. Pour faire bon poids bonne mesure, j'y ai rajouté quelques lectures disparates sur la soi-disant «intelligence artificielle». Évitez les livres, ils ne sont pas à jour. Le temps qu'ils soient écrits, publiés et diffusés, et ils prophétisent... le passé. Si vous avez la chance d'avoir près de vous un puits de science informatique comme Iradj Nabahi, profitez-en, comme je l'ai fait. Qu'il en soit remercié.

Surtout, évitez la tentation cartésienne de classer les innovations en termes de générations ou de vagues: c'est à y perdre son... Fortran. Chacun y va de sa classification, selon son point de vue.

Et pardonnez-moi certains termes techniques: il ne m'est pas possible de faire de ce court papier un dictionnaire des termes informatiques. Et puis je sais que mes lecteurs s'y connaissent déjà autant que moi dans ce domaine à la mode.

Deux dernières précisions: cette revue portera surtout sur la micro-informatique, puisque c'est elle qui est utilisée presque exclusivement dans le système scolaire québécois. Et je ne retiendrai que les éléments susceptibles de trouver des débouchés en éducation puisque c'est le cadre de cette prospective.

Nous passerons successivement en revue les micro-ordinateurs eux-mêmes, les mémoires, les réseaux locaux, les systèmes

d'exploitation, les périphériques, les langages de programmation, les logiciels d'application, les données manipulées, la relation avec l'audiovisuel, avec le vidéotex, les interfaces avec l'usager, la portativité et le coût des micro-systèmes.

## 1. Les micro-ordinateurs

Actuellement, une scission se dessine nettement entre les micro-ordinateurs domestiques, et les micros de pupitre («desk micros») ou de bureau. Les intermédiaires ont tendance à disparaître.

Les petits ordinateurs domestiques de faible puissance (8 bits), tournant autour de 500 dollars canadiens ont fait l'objet récemment d'une lutte de marketing sans merci qui a causé beaucoup de faillites et d'abandons. Commodore a remporté la victoire avec son Vic 20 et son Commodore 64. Le marché est moins dynamique que prévu car le grand public, après une mode passagère, se demande... à quoi ça peut servir, à part les jeux, l'apprentissage de la programmation et l'utilisation de logiciels rachitiques pour le budget familial, les impôts ou les recettes de cuisine. La non-transférabilité des logiciels d'une machine à une autre a augmenté le scepticisme et ce n'est pas la venue du standard japonais MSX (8 bits basé sur le Z80 et le MS-DOS) qui annonce des lendemains qui chantent.

Les ordinateurs de bureau, valant autour de 3000 dollars répondent à des besoins professionnels: travail de bureau, travail intellectuel, accès à l'information, gestion... Deux géants s'y font la lutte: IBM avec son pseudo 16 bits (et maintenant 24 bits) bien fourni en logiciels et maintenance, et Apple avec son Macintosh 32 bits axé sur la «convivialité» des utilisations pour non-informaticiens.

L'avenir immédiat semble pencher en faveur des 32 bits plus puissants, plus rapides, capables de gérer plus de mémoires et de commander des micro-processeurs en parallèle pour libérer plus de puissance. La taille des systèmes logiciels intégrés déjà disponibles exige cette puissance.

La tendance à plus long terme est à la mise en hardware d'une grande partie du software de routine pour laisser la place aux utilisations en mémoire vive.

## 2. Les mémoires

Les mémoires vives sont de plus en plus étendues sous le même volume. Les ordinateurs 16 bits commencent à 128K-octets, les 32 bits à 256K octets et bientôt on partira de 512K (super Mac).

De plus en plus de logiciels de base sont mis en mémoire morte. Ainsi le GRID minuscule possède une mémoire morte à bulles de 256K-octets.

Les mémoires auxiliaires bénéficient de disquettes de plus en plus puissantes sous une même dimension. Le trois pouces et demi haute densité se répand. Le disque dur Winchester, quoiqu'intransportable et délicat, contient au moins dix mégabytes. On attend pour bientôt (deux ans) le vidéodisque de trois pouces et demi lu et réécrit au laser et capable de porter 100 mégabytes.

Des cartes comportant des mémoires RAM à bulles s'ajoutent dans les fentes d'expansion de certains micros (comme IBM-PC) et peuvent tenir 512K. D'ailleurs, d'ici deux ou trois ans vont sortir des puces de 1 mégaoctet.

## 3. Les réseaux locaux

Les micro-ordinateurs étant de plus en plus puissants peuvent commander plusieurs postes de travail. Ou bien on met un certain nombre d'ordinateurs en réseau autour d'un disque dur et d'un système commun de gestion de fichier (comme le Lexicon du ministère de l'Éducation de l'Ontario). Ainsi on augmente la puissance de chacun. Le Sun-mac

permet de relier 32 Macintosh autour d'un disque allant jusqu'à 92 mégabytes grâce au réseau Apple-Talk.

## 4. Les systèmes d'exploitation pour micros

Les systèmes d'exploitation deviennent de plus en plus complexes. Il gèrent les mémoires, les systèmes, les mécanismes de mémoire auxiliaire, les successions d'opérations internes, répartissent les tâches, contrôlent les périphériques et les interfaces avec l'usager. Les jours du CP/M (pour 8 bits) et du MS-DOS (pour 16 bits) sont comptés. Ce sont des morceaux de logiciels qu'on a rajoutés, raccordés et coordonnés. Ils sont trop dépendants du langage de base du micro-processeur et ne facilitent pas la transférabilité. Ils sont incapables de gérer des multi-postes. Le standard MSX japonnais déjà cité, basé sur le MS-DOS pour processeur Z-80 ne pourra servir qu'aux micro-ordinateurs de bas-de-gamme.

Dans la mesure où l'on veut la transférabilité, la gestion de réseaux locaux, et la gestion parallèle de processeurs, on adopte le système d'exploitation UNIX, adapté des mini-ordinateurs. Un transcodeur automatique en C permet d'utiliser tous les langages évolués de programmation. Il semble qu'il va dominer le marché d'ici deux ans. On en trouve déjà des versions pour IMB PC: Venix et Zenix.

De son côté, l'université de Californie à San Diego a lancé son «U.C.S.D. p. system» qui utilise un code intermédiaire: le «p. code». Il est adapté actuellement aux multi-postes.

Mais ces systèmes d'exploitation prennent beaucoup de place et de puissance dans la machine.

L'après-UNIX appartiendra aux systèmes simplifiés, entièrement repensés en fonction de raccourcis logiciels, et directement conçus pour le genre précis d'exploitation qu'on voudra obtenir du système. Déjà

des systèmes experts analysent les systèmes actuels pour les simplifier (Retrofit à Montréal est capable de le faire).

## 5. Les périphériques d'entrée et de sortie

On assiste à une diversification fantastique des périphériques.

Pour l'entrée des données, on a, en plus du traditionnel clavier alpha-numérique:

- le «microwriter» muni seulement de six touches, à peine plus large que la main, et qui permet de dactylographier dans n'importe quelle position et en n'importe quel lieu. Il est muni d'une mémoire alimentée par pile rechargeable et se branche ensuite sur un micro-ordinateur ou un gros système pour finir le traitement du texte;

- la souris, la «boule» intégrée (track-ball), le «joystick», le stylet lumineux, l'écran tactile, sont déjà abondamment utilisés;

- les tablettes ou «pads» permettent l'entrée de données et de graphiques sans passer par le clavier;

- la commande à voix humaine (assez restrictive pour le moment) existe déjà;

- le lecteur de textes (comme l'«omni-reader» pour Macintosh) lit les caractères imprimés;

- la reconnaissance de l'écriture manuscrite vient de faire son apparition;

- la caméra d'écran saisit une image, la reproduit sur l'écran et la fixe en mémoire après numérisation; (la Micron Eye par exemple);

- le bandeau frontal de commande permet aux handicapés d'avoir accès à l'ordinateur.

Pour la sortie des données:

- l'écran plat est enfin disponible( GRID, Ampère, D.G.I...) et va permettre la vraie transportabilité de l'ordinateur au complet;

- la synthèse de la voix et du langage humain commence à permettre le vrai dialogue avec la machine;

- les imprimantes sont de moins en moins chères et de plus en plus efficaces et rapides grâce à la technologie du jet d'encre et au laser. En plus du texte, elles en viennent à sortir les graphiques, la couleur, les images.

## 6. Les langages de programmation

Les langages de haut niveau, ou «évolués» comme nous les appelons, sont destinés à devenir d'ici peu des langues mortes comme le latin. Il seront réservés à quelques spécialistes ou serviront à la culture, ou à la formation logique.

Il sont déjà en voie de remplacement par les langages de très haut niveau, générateurs de code. Ainsi «schéma-code» de Polytechnique (à Montréal) demande de préciser sous forme graphique les spécifications précises du problème à traiter puis, non content de faire le traitement, il fournit la programmation en langage évolué: Pascal, Basic ou Fortran structurés. Les systèmes d'auteurs les plus performants comportent eux-mêmes des générateurs de codes.

On distingue de moins en moins les langages de programmation des systèmes intégrés. Ceux-ci, dans leur forme la plus récente, fournissent à l'usager la possibilité d'étendre les applications du système en utilisant des codes symboliques simples tirés du langage humain: en général les initiales des opérations désirées.

Les langages de «ultra-haut niveau» accepteront notre parler naturel et fabriqueront eux-mêmes le code utilisé par la machine.

Autrement dit la programmation, au lieu d'aller du langage de l'ordinateur vers le nôtre, ira de notre langage à celui de la machine, de façon transparente.

## 7. Les logiciels d'application

On possède actuellement une foule de progiciels (logiciels prêts-à-porter) destinés à des applications spécifiques (comptabilité, traitement de texte...).

On en est aux systèmes intégrés destinés à des «genres» très larges d'application. Ce sont des logiciels d'usage commun. Ils fournissent à la fois (comme Framework, Symphony, Open Acces):

- un tableur;
- une base de données;
- un traitement du graphisme et des diagrammes;
- un traitement de texte;
- un logiciel de communication.
- bientôt, l'image et l'animation comme Exécu-Vision.

Les bases de données sont de plus en plus pratiques. Elles ont dépassé le stade des piles, des listes et des arborescences pour devenir relationnelles. Elles se structurent en fonction des utilisations, indépendamment de la manière dont les données ont été emmagasinées (D. Base2 pour 8 bits, et D. Base3 pour 16 bits).

Certains de ces systèmes traitent le texte et les idées: Thor, Idea Processor, Idée (en français), Thinktank, Mac Think, Framework. Ils catégorient et indexent celles-ci, les formattent, distinguent des titres, aident à faire des rapports et des plans.

On peut même planifier et réaliser en commun des projets collectifs, comme avec Mac Project.

Récemment sont sortis des systèmes, munis d'horloges, qui gèrent le temps: agendas avec sonnerie, appels téléphoniques automatiques, carnets d'adresses (Desk Organizer, par exemple).

Enfin les systèmes dits «experts» comprennent une base de données ouverte et un «moteur d'inférence» qui enregistre et traite des règles d'analyse et d'inférence sur ces données, en en tirant d'autres règles implicitement contenues dans les précédentes. On a même en TK! Solver un générateur de mini-systèmes experts sur mesure pour résoudre tous ses problèmes mathématiques.

Les derniers systèmes intégrés, en plus de contenir des noyaux de base d'usage général, sont «ouverts», c'est-à-dire comportent des outils permettant à des clients non-informaticiens de créer leurs propres programmes d'application (comme «Systéma» pour les progiciels financiers).

Ainsi la distinction entre logiciels de programmation et logiciels d'application tend à devenir surannée.

Evidemment les systèmes dont il s'agit exigent une grande capacité de mémoire, une puissance et une rapidité exceptionnelles de l'ordinateur. Ils ne sont pas destinés au Vic 20 (déjà remplacé par le Commodore 16). Cependant, ces systèmes ne sont pas encore «amicaux». Ils comportent trop de commandes à mémoriser (jusqu'à 600), coûtent très cher (800 à 2000$) et apportent trop de possibilités souvent inutilisées. On espère que dans un proche avenir, ils comporteront des facilités dues à l'interactivité. Tels quels, ils sont déjà précieux, parce qu'ils apportent la transférabilité des données directement d'un progiciel à l'autre.

## 8. Les données manipulées

Ainsi on se retrouve loin des calculateurs qui ne pouvaient enregistrer et traiter que des chiffres.

Déjà nos micro-ordinateurs peuvent recevoir, reconnaître et traiter:

- les nombres;
- le texte: lettres, mots, titres, passages, résumés, plans;
- les idées, les règles d'analyse et d'inférence;
- les graphismes et diagrammes;
- les images avec la couleur;
- le temps;
- l'espace et le mouvement;
- les objets et les composantes d'un corps le cas échéant;
- les signaux de communication.

Comme nous l'avons vu, tous les micros ne traitent pas toutes ces données à la fois, mais souvent ils en manipulent plusieurs sortes en même temps.

## 9. Les micro-ordinateurs et l'audiovisuel

Les micro-ordinateurs les plus puissants ont donc la possibilité d'emmagasiner, de traiter et de présenter l'image. Le grand défi est actuellement d'élaborer des systèmes capables de reconnaître l'image à partir de formes de bases, ou de la créer et de l'animer artificiellement.

Il est évident qu'il y faut des capacités énormes de mémoire pour identifier chaque pixel, sa couleur, sa brillance, son contraste, et les interrelations entre plusieurs points pour le mouvement, sans compter les calculs nécessaires pour identifier et animer des formes les unes par rapport aux autres.

On attend donc avec impatience la venue, comme mémoire auxiliaire, du micro-vidéodisque numérisé (de 100 mégaoctets de capacité) qui permettra d'emmagasiner sous forme numérique non seulement les bits du texte en code ASCII, mais aussi les images et même le son.

Voyons cependant, ce que pourra contenir une telle capacité (100 mégaoctets):

- 1000 ans de transactions d'un compte de chèque;
- 50 000 pages de texte;
- 1 heure de son (la voix);
- 200 à 5000 images selon leur élaboration;
- 50 à 250 microfiches;
- 45 secondes de vidéo.

(tiré de Amar Gupta et Hoo Min Toong in Proceeding of the I.E.E.E., mars 1984, page 246.).

On voit tout de suite que l'enregistrement et le traitement du son et de l'image coûteront très cher. Quant à l'utilisation pour le vidéo, ce serait du pur gaspillage.

Il ne semble pas qu'on puisse rêver à brève échéance de mettre sur un même support toutes les sortes d'information.

D'ici cinq ans, on se contentera de mettre et de traiter sur ordinateur les nombres, le texte et les graphiques, avec, le cas échéant, quelques images. L'ordinateur servira en même temps à contrôler des supports audiovisuels (bande ou disque) pour emmagasiner et livrer le son, l'image et le vidéo.

Tant pis pour ceux qui rêvaient d'offrir aux présentateurs d'information et aux professeurs un monomédia permettant d'éviter les paquets de fils du multimédia.

On se contentera du bi ou du tri-média. Déjà d'ailleurs existent les logiciels et les interfaces pour gérer un magnétoscope ou un vidéo-disque par micro-ordinateur. Nous avons déjà dit que le petit Commodore 64 a déjà un système de gestion pour ce faire. D'autres vont naître bientôt pour toutes les catégories de micro-ordinateurs. Le jeu Dragon's Lair envahit les arcades de toute l'Amérique du Nord. Il comporte un vidéo-disque de 22 minutes dont le lecteur est géré par micro-ordinateur. Il apporte aux compétiteurs un réalisme que ne pouvait produire le Pacman et consorts... Il permet aussi au concessionnaire de l'arcade de ne renouveler que le vidéo-disque quand il change de jeu au lieu d'avoir à racheter toute la boîte noire (un vrai ordinateur) qui produisait auparavant le jeu d'arcade.

Ce sera encore mieux lorsque le vidéo-disque sera réinscriptible à domicile.

## 10. Les micro-ordinateurs et le vidéotex

Il y a quelques années, un système vidéotex comme Télidon avait un avantage certain sur les micro-ordinateurs pour la fabrication de pages-écrans, pour l'obtention de graphismes et d'animation, pour l'élaboration et l'accès des bases de données.

Sauf pour les bases de pages-écrans comportant des images, ces avantages n'existent plus. Les micros, nous l'avons vu, gèrent et formattent facilement le texte, génèrent le graphisme, la couleur et l'animation. Leurs bases de données relationnelles sont d'une puissance extraordinaire.

Bien mieux, ils engendrent, grâce aux nombreux logiciels déjà disponibles, les pages en Télidon (ou en autre norme vidéotex) avec plus de facilité et à un coût bien moindre que n'importe quel I.P.S (Système de production d'images). Pour la réception, les décodeurs mous (décodeurs par logiciel) donnent des images Télidon sur les écrans de

télévision en utilisant les petits micros comme le Commodore, pour aussi peu que 100 dollars.

Dans la transmission des pages, le protocole NAPLPS est certes supérieur au code ASCII, puisqu'il présente les descriptions graphiques de façon plus compacte et qu'il étend les symboles bien au-delà de 128 possibilités, grâce à des tableaux fictifs ou grâce à l'utilisation de 8 bits.

Mais en Amérique du Nord la presque totalité de l'appareillage ne peut transmettre que l'ASCII standard et le fait très bien.

Les réseaux de micro-ordinateurs fonctionnent depuis plusieurs années sans problèmes, (comme «Compuserve» ou «The Source»).

La norme vidéotex NAPLPS mettrait de l'ordre dans les extensions au code ASCII. Malheureusement tant que le vidéotex n'est pas adopté par le grand public (comme nous l'avons vu en introduction), ce n'est pas pour demain.

Mais l'antinomie micro-ordinateurs-vidéotex sera bientôt chose du passé : c'est plutôt à un mariage entre les deux technologies qu'on assistera.

## 11. Les interfaces à l'usager

Avec les nouveaux systèmes plus puissants, l'écran des micro-ordinateurs affiche à la fois des chiffres, du texte, des graphismes et même de l'image.

Il sert à visualiser les données rentrées et les résultats du traitement, mais aussi à indiquer les logiciels disponibles sur la machine ainsi que leurs diverses applications, avec les techniques nécessaires pour les réaliser, et à signaler les aides à l'usager pour en venir à bout.

Autrefois, l'interface pour l'usager était le dernier souci des programmeurs de logiciels. Aujourd'hui c'est leur premier souci. On veut que le système informatisé soit de plus en plus convivial (user friendly).

Les cinq moyens actuels de convivialité à l'écran sont:

- la fenêtre, qui permet de présenter simultanément à l'écran plusieurs activités à accomplir, de les placer et formatter;
- le menu, qui présente un choix de plusieurs étapes possibles (environ 7 choix, car au-delà de ce chiffre on ne le retient pas);
- «l'icone» (ou pictogramme), qui représente les moyens et les techniques sous la forme d'objets concrets;
- le système de pointage, qui permet de désigner les fenêtres, menus et icones choisis. Le pointeur peut être déplacé par la souris, le stylet lumineux, la boule de commande, le manche à balai...
- l'aide «on line» avec des textes explicatifs, des images, et des lignes de statut.

On a deux exemples typiques de cette convivialité «new look» avec le Macintosh et l'Icon ontarien.

Dans l'avenir, on ira encore plus loin: la voix humaine servira d'unique interface entre l'usager et son ordinateur. Les Français présentent déjà un prototype expérimental de voiture commandée par la voix... mais c'est une autre histoire.

## 12. La «portativité» des micro-ordinateurs

Il nous faut examiner un aspect important pour leur généralisation comme outils de travail: leur «portativité».

Actuellement, les ordinateurs vraiment portatifs ne coûtent pas cher et sont destinés au grand public. Mais on trouve déjà des micros puissants rendus portables, à des prix respectables, comme le GRID ou le Macintosh.

En effet, jusqu'à présent on a dû, pour donner la transportabilité, enlever une part de puissance ou de facilité d'application.

Certains limitent la portativité aux endroits où l'on trouve le courant du secteur. Cette facilité de déménagement s'est pourtant faite au détriment des attentes de certains usagers. Ainsi sur le Macintosh, la dimension de l'écran est réduite, et on ne bénéficie que d'une seule disquette de 3 pouces et 1/4, même si elle comporte un gros volume de mémoire.

Souvent, pour alléger, on réduit la mémoire auxiliaire à une cassette comme sur le Vic 20 ou le Timex-Sinclair. Ou bien on fournit une mémoire vive limitée (micro-writer) alimentée par des piles. Le GRID offre une énorme mémoire morte à bulles et une large mémoire vive. L'Epson Px8 et le H.P. 110 font de même. L'avenir semble devoir leur donner raison par la venue de puces de 256K octets et même de 1024K octets bientôt.

La taille de l'écran est affectée par la portativité: on n'a souvent qu'une fente de quelques lignes (TRS 100). Mais l'arrivée de l'écran plat (comme sur l'Ampère ou le Data General I) va lui redonner une dimension respectable, avec 80 lignes et 25 colonnes, quoique la lecture en soit encore plus difficile que sur un moniteur.

La grosseur des claviers est un handicap, mais le micro-writer ou la tablette d'identification de la calligraphie facilitent la transportabilité. La reconnaissance de la voix humaine apportera encore des améliorations,... mais attendons encore quelques années.

L'alimentation en courant électrique cause de gros problèmes, surtout quand il faut contrôler un lecteur de disquette. La batterie

risque d'être plus grosse que le micro-ordinateur (c'est le cas pour le fameux GRID).

Les tentatives vont continuer et les avancées actuelles vont se concrétiser en de nouvelles solutions. Et la division entre les appareils portatifs et les appareils de bureau ne sera plus la puissance mais la spécialisation des applications pratiques possibles.

Ce ne sera même pas le coût, puisque les appareils vraiment portatifs mais efficaces coûteront aussi cher que les outils de bureau.

## 13. Le coût des micro-ordinateurs

Le coût dépend de plus en plus, non de la taille, mais de la puissance des systèmes. La quincaillerie coûte de moins en moins cher, mais les logiciels (de plus en plus intégrés au hardware) sont de plus en plus onéreux. On compte qu'en 1990 les neuf-dixièmes des coûts seront attribuables au logiciel.

Depuis quelques années déjà, les petites voitures européennes ou japonaises valent aussi cher, sinon plus, que les grosses américaines. Ce qui compte pour le prix, ce n'est pas la taille, mais la puissance, la solidité mécanique, le confort, la logeabilité, la facilité de conduite, l'économie de carburant.

Il en va de même pour les micro-ordinateurs. Ce qu'on ne paie pas cher ne vaut pas cher.

Les petits 8 bits à mémoire limitée se vendent de moins en moins cher. Quant au «gros» micros, le prix reste le même ou ne baisse que lentement, mais on en a plus pour son argent en terme de logiciels. Cette tendance va probablement se continuer: on n'aura jamais pour moins de 100 dollars un système «Framework» ou un système-expert fonctionnant sur un Vic 20...

Les micro-ordinateurs ont donc tendance à nous apporter:

- plus de puissance ou de rapidité;
- plus d'adaptation à résoudre des problèmes particuliers ou génériques;
- plus de convivialité, de facilité d'utilisation sans passer par la programmation en langage d'ordinateur.

Il tendent à mettre à notre service de purs instruments de travail. Dans l'entreprise, leur acquisition passe du compte «frais de bureau» au compte «investissement» ou «capital». Les commissions scolaires émargent leur achat à la rubrique «immobilisations». Ce qui montre bien leur rôle d'outil de production: production industrielle, commerciale, d'information ou de travail intellectuel. Ils deviennent une ressource productrice aux mains des professionnels.

## 2° PARTIE. TENDANCES ACTUELLES DE LA MICRO-INFORMATIQUE EN ÉDUCATION

Pour brosser le tableau de la micro-informatique en éducation, je m'en tiendrai aux ordres primaire-secondaire et collégial. Je manque en effet d'indications en ce qui concerne le niveau universitaire.

### 1. Le matériel

On compte en fin 1984, environ 9000 micro-ordinateurs au primaire-secondaire et 3000 au collégial.

Ils sont très disparates. Le primaire s'est surtout équipé de petites machines comme le Vic 20, le Commodore 64, des TRS et pas mal d'Apple II, ainsi que de quelques IBM.PC ou compatibles. On a aussi plus d'une centaine de Macintosh à la C.E.C.M.

Au secondaire, 350 écoles ont été équipées d'IBM ou compatibles avec cette marque, pour le cours d'introduction à la science informatique (I.S.I.). Dans l'ensemble, c'est IBM qui domine au primaire-secondaire, devant Apple et les autres.

Au collégial, on trouve de tout: des Super-Brain et Norstars pour l'enseignement de l'informatique, beaucoup de Commodore 64 et Apple II, des Macintosh maintenant, et des appareils spécialisés pour certaines applications, entre autres au professionnel.

En 1985, 9000 appareils Max 20E sont censés entrer dans les écoles et le plan gouvernemental compte en mettre 50 000 d'ici 1989.

Quelles sont les tendances dans le système scolaire en ce qui touche au genre de matériel acheté?

Au niveau primaire, on pense souvent que le petit matériel suffira pour répondre aux besoins de jeux, de découvertes et de créativité par

ordinateur, et à une pré-initiation à la programmation. On acquiert donc encore du bas-de-gamme.

L'engouement actuel pour le langage et la philosophie Logo en incite plusieurs à acheter des machines assez puissantes pour porter ce langage: Apple II, IBM PC ou junior...

Certaines écoles ou commissions scolaires optent pour l'élaboration de didacticiels par les professeurs grâce à un système-d'auteur. Là encore, on choisit plus de puissance: l'IBM et confrères.

Enfin quelques institutions sont au fait des immenses possibilités de l'ordinateur-outil et choisissent le Macintosh avec ses systèmes intégrés.

Le secondaire est dominé par l'apprentissage de la programmation et la réalisation de projets d'étudiants par ordinateur. On va donc demander une plus grande capacité aux machines. On veut qu'elles puissent aussi servir aux systèmes-auteurs.

Mais les achats collectifs (à mon avis plutôt des choix d'équipements) organisés par la G.R.I.C.S. enferment le primaire-secondaire dans le matériel IBM et dans la famille Intel pour au moins deux ans. Or, c'est actuellement le matériel le moins évolutif.

Quant au collégial, il a des besoins très diversifiés, mais les professeurs lorgnent vers les immenses possibilités des gros systèmes pour les aider dans la gestion de l'enseignement et pour contrôler des progiciels valables dans la formation professionnelle.

Sauf pour une partie du primaire, il ne fait donc aucun doute qu'on s'achemine vers la demande d'outils de plus en plus performants.

## 2. Les réseaux

Des collèges se sont équipés de réseaux locaux de micro-ordinateurs, ainsi qu'une commission scolaire.

Quant aux réseaux longue distance, on a, bien sûr, le réseau géré par la D.S.I.R. pour le compte des collèges et commissions scolaires, surtout au bénéfice de la gestion, à partir de l'IBM central et des mini-ordinateurs locaux ou régionaux (surtout des Burroughs) grâce au téléphone.

Le courrier électronique BAL utilise le même réseau, mais il n'est pas encore très «amical».

La D.G.D.P. (Direction générale du développement pédagogique) et la D.S.I.R. mettent au point la B.I.M. (Banque d'instruments de mesure) qui sera bientôt rendue disponible au réseau. L'ISEP met aussi la dernière main à son système informatisé pour l'information scolaire et professionnelle.

La G.R.I.C.S. - D.S.I.R. a déjà installé son premier noeud de communication pour micros à son siège à Montréal, en vue de rendre disponible RENARD (banque du collégial utilisant le système SIGIRD de l'Université du Québec: ex-Badaduq) à trente collèges. En 1985, des noeuds régionaux seront mis en place pour ce système, et les commissions scolaires y seront raccordées par des concentrateurs. Le réseau ainsi érigé donnera accès, en plus de RENARD, à la B.I.M. à I.S.E.P. à B.A.L. et à la B.I.P.: banque d'informations pédagogiques.

Ce réseau basé sur le téléphone, sera sans doute sévèrement limité et contrôlé localement par les administrateurs pour éviter les notes de frais abusives.

Les Presses de la Télé-Université viennent de mettre à la disposition de tous les usagers leur réseau Infopuq pour

micro-ordinateurs et leur banque grand-public est en train de se meubler confortablement.

L'UQAM veut développer sa «logithèque» avec la maison «Logidisque», et la rendre accessible aux micro-ordinateurs.

Les réseaux de micro-ordinateurs vont donc se multiplier, s'étendre et se raccorder dans les mois qui viennent.

## 3. Les logiciels

Le langage de programmation le plus utilisé pour les micro-ordinateurs est encore BASIC, mais Logo est en croissance surtout au primaire, et à un moindre degré au secondaire. On trouve aussi le Pascal, surtout au collégial.

Quant aux didacticiels, ils ont été recensés par Sylvie Godbout en fin 1983. Il y en avait au Québec quelques centaines, très disparates. Ils sont surtout liés aux mathématiques, mais on en trouve aussi en français. C'est souvent du drill-and-practice et des simulations.

Au collégial, on utilise plutôt des «packages» de simulations en techniques professionnelles.

Les Directions générales des ordres primaire-secondaire et collégial ont mis sur pied les structures pour en faire produire, mais cette production ne dépassera pas une cinquantaine la première année. La production coûte très cher, et il est difficile de déterminer des priorités quant aux contenus à administrer et aux clientèles à privilégier.

La tentative d'utiliser les quelques centaines de didacticiels français disponibles se heurte à de graves difficultés.

Comme aux États-Unis, on trouve de plus en plus de petits didacticiels peu coûteux pour l'apprentissage à la maison, mais la diversité de l'appareillage en a jusqu'à maintenant interdit la prolifération.

On compte aussi quelques progiciels de gestion de l'enseignement: absences, moyennes, génération de questionnaires, correction automatique de tests, gestion du cheminement individualisé, catalogage et prêt du matériel didactique. La fabrication des horaires est déjà assumée par les mini-ordinateurs raccordés à l'ordinateur central de la D.S.I.R.

Certaines de ces fonctions sont aussi intégrées à des systèmes-auteurs. Il y en a une bonne quantité sur le marché, et Robert Bibeau de la D.S.I.R. les a recensés et analysés. On compte sur eux pour favoriser la fabrication de didacticiels par les enseignants eux-mêmes. La G.R.I.C.S. vient de choisir un de ces systèmes pour l'acheter et le mettre à la disposition des commissions scolaires.

Plusieurs organismes veulent développer des bases de données intégrées à usage strictement pédagogique.

Enfin les systèmes intégrés dont nous avons parlé dans la première partie sont parfois acquis par les institutions d'enseignement pour des expérimentations ou des usages en enseignement professionnel: surtout les traitements de texte, tableurs et bases de données.

## 4. Les utilisations pédagogiques

Une réunion de chercheurs, rassemblés par la Direction de la Planification, en mai 1984, a mis à jour trois grandes tendances actuelles quant aux utilisations de l'ordinateur en pédagogie. (voir: «Réunion de chercheurs en A.P.O.» Bip-Bip no 36, p. 4)

a) L'apprentissage de la programmation, liée à l'initiation à l'ordinateur, au «problem-solving», à l'acquisition de la logique

opérationnelle, et, en ce qui concerne Logo, à l'insistance sur la créativité, la découverte personnelle et la mise en place chez l'élève de certaines structures d'autonomie intellectuelle.

Cette tendance est bien installée et elle va s'accroître pendant un certain temps, puis se stabiliser. Elle semble être la première étape d'une appropriation de l'instrument par les professeurs et les élèves.

b) L'enseignement assisté par ordinateur est aussi en croissance mais il est freiné par le manque de puissance des appareils, par la disette en didacticiels valables et par le désenchantement à peu près général sur la valeur ajoutée en enseignement par cette option.

On tend à le réserver à l'enseignement correctif en certaines matières difficiles, et pour certaines clientèles qui rencontrent plus de difficultés dans l'apprentissage. Pour l'instant, beaucoup d'efforts sont mis dans l'élaboration de logiciels vraiment «pédagogiques» c'est-à-dire centrés sur la compréhension par l'élève. Mais c'est une tâche difficile et de longue haleine. Les chercheurs espèrent tirer de cet effort une aide précieuse pour l'élaboration de vraies théories de l'apprentissage.

Cette tendance semble aussi devoir se stabiliser dans les années qui viennent.

c) Un troisième secteur d'activités prend de l'ampleur. On y regroupe les possibilités nouvelles de l'intelligence artificielle: systèmes intégrés, systèmes experts, aide à la décision... Ce secteur peut se résumer par l'expression «ordinateur-outil de travail intellectuel».

Bernard Mataigne du Service de la technologie éducative arrive à des conclusions similaires dans son étude: «Recherche en A.P.O. - Prospective - » de juillet 1984.

Il faut cependant rajouter aux trois volets exposés ci-dessus un quatrième secteur de prospective, animé surtout par le Service de la technologie éducative du Ministère: la communication entre machines, exprimée par le mot «télématique».

Nous avons déjà exposé la mise en place et la progression des réseaux permettant d'interrelier les micro-ordinateurs personnels.

Il existe aussi une orientation qui pense en terme de «système communicant» vu comme un tout global dès le point de départ. Ainsi la commission scolaire des Mille-Iles a-t-elle mis sur pied un courrier électronique Télidon.

La C.S. des Écores expérimente «Caméléon» qui utilisera Télidon pour porter les contenus et les relations liés au nouveau programme de formation personnelle et sociale. Plusieurs organismes, comme la R.A.A.Q., la C.S.S.T. et le ministère de la Justice préparent des contenus médiatisables en vidéotex pour ce faire.

Le projet Telep regroupe sept commissions scolaires pour une expérimentation du vidéotex et du vidéo-disque en enseignement professionnel, d'abord en mécanique automobile.

Tous ces projets utilisent le micro-vidéotex, c'est-à-dire la création et la réception de pages en norme Télidon grâce au micro-ordinateur. C'est pourquoi nous les mentionnons ici.

C'est ce que fait aussi le Cégep d'Alma dans le projet Infagri, qui s'occupe entre autres, de formation des adultes en techniques agricoles, grâce au vidéotex.

À l'inverse, la C.S. Abénakis, en Beauce, expérimente au primaire la liaison en mode ASCII des micro-ordinateurs de quelques écoles pour voir comment intégrer cette communication à la pédagogie.

Ces expérimentations de la télématique sont limitées et prudentes, réservant l'avenir qui peut pencher soit vers la réussite du vidéotex grand public, réussite qui ferait baisser les coûts du matériel et ferait adopter généralement le protocole NAPLPS, soit vers le triomphe d'une norme de communication liée aux micro-ordinateurs.

## 5. La formation des personnels

Les collèges assument eux-mêmes la formation des enseignants aux applications pédagogiques de l'ordinateur, surtout par le programme Performa. Cette formation va bon train et a déjà touché une bonne partie du personnel.

Au primaire et secondaire, la formation lourde (180 hrs) a été suivie en 1983-1984 par trois groupes de trente personnes. En septembre 1984, 200 commissions scolaires locales et intégrées avaient un laboratoire permettant la formation ou le perfectionnement des professeurs.

En 1983, les commissions scolaires ont organisé des sessions de formation allant de 10 à 45 heures pour environ 10 000 personnes dont 8 500 enseignants.

On peut y rajouter 6 000 étudiants-maîtres dans les programmes universitaires et environ autant d'abonnés au programme télévisé Octo-Puce.

À ce rythme, dans cinq ans tous les enseignants auront reçu un minimum de formation aux A.P.O.

Le contenu de cette formation porte principalement, à l'heure actuelle, sur l'apprivoisement de l'appareil et une initiation à un langage de programmation. Il faut bien commencer par là, et cet apprentissage est assez long. On ne donne qu'un dégrossissage aux A.P.O. elles-mêmes (on manque de logiciels) et presque rien sur le

design pédagogique. Très peu est fait pour l'introduction à l'ordinateur-outil et aux nouveaux systèmes disponibles.

## 6. L'évolution des mentalités

Les élèves reçoivent bien l'ordinateur. Ils y voient un défi et ressentent une attirance pour cette nouvelle machine. Il veulent en explorer toutes les possibilités. Ils désirent le contrôler eux-mêmes et ne supportent pas longtemps les situations où ils sont contrôlés par l'appareil. Mais très peu d'entre eux ont un contact réel avec l'ordinateur. Et une infime partie d'entre eux ont les aptitudes suffisantes pour le contrôler par la programmation. Il est donc urgent qu'on fournisse aux jeunes la disponibilité d'appareils «learner friendly» vraiment adaptés à un usage par les étudiants en vue de réaliser facilement leurs tâches quotidiennes «d'apprenants».

Les administrateurs sont entrés dans le «vouloir collectif» ou la volonté politique du virage technologique. Mais ils ne savent guère quoi faire des ordinateurs en classe.

Les parents sont en grande partie favorables à leur arrivée malgré des réticences sur leur efficacité pédagogique ou leur impact psycho-social.

Les enseignants, nous l'avons vu au début de ce texte, sont prudents face à l'ordinateur. Le grand «boom» informatique des médias de masse en 1982-1983 en a poussé un certain nombre à se jeter à l'eau. Quelques-uns sont emballés et ont acheté un micro-ordinateur. Beaucoup trouvent son utilisation difficile et ont déchanté, se demandant où cela mène. On assiste à un ressac...avec beaucoup de questions.

Au primaire surtout, Logo et sa philosophie font des enthousiastes car il favorise le romantisme-humanisme à la Rousseau (l'enfant génial brimé par le système) inculqué lors de leur formation dans la fin des années soixante, déçu par le mirage audiovisuel du début des années

soixante-dix, et endigué sinon condamné par «l'objectif-ite» et la «responsabilisation» liées à la restriction des ressources, depuis 1975. Leur enthousiasme durera deux ou trois ans si on ne les aide pas, dès maintenant, à lier vraiment Logo aux programmes éducatifs et aux activités de classe.

Quant à l'enseignement assisté par ordinateur, nous avons déjà dit quelles réticences éprouvent les maîtres à son égard. L'arrivée des systèmes-auteurs ne résoudra pas ce problème, car ils sont difficiles à utiliser, demandent une longue préparation, et ne donnent que peu de moyens d'échapper à «l'encadrement» qu'ils ont prévu quant aux méthodes, approches et activités de classe.

Or le nouveau projet de loi 3 du gouvernement sur l'enseignement primaire et secondaire, déposé le 1er novembre 1984 à l'Assemblée nationale, reconnaît «le droit pour chaque enseignant d'enrichir les objectifs des programmes... d'en adapter les contenus... de choisir les modalités d'intervention pédagogique... le matériel didactique et... les instruments d'évaluation.» (art. 34).

L'enseignement assisté par ordinateur restera largement ouvert à l'intervention du maître, ou il ne sera pas.

D'autre part, l'ensemble des A.P.O. pratiquées jusqu'à maintenant augmentent la tâche des professeurs. Cela ne peut pas durer longtemps.

La voie royale de son introduction réelle dans le monde scolaire sera l'ordinateur «teacher friendly», ou comme dit Marcel Labelle, «l'ordinateur compatible avec les enseignants».

Ce sera l'ordinateur-outil-de-travail-intellectuel, et l'ordinateur outil-de-cuisine pour les tâches insipides et dévoreuses de temps de l'enseignant qui ne sont pas proprement liées à la passation des contenus pédagogiques et à la réalisation des activités éducatives.

Nous y reviendrons plus en détail, mais les outils nécessaires à cet usage existent déjà et ne demandent qu'à être utilisés.

## 3°PARTIE: PROSPECTIVE SUR LES MICRO-ORDINATEURS EN ÉDUCATION

Voyons maintenant en quoi les tendances d'évolution de la micro-informatique vont pouvoir rencontrer les besoins du système éducatif au Québec. Mais auparavant, il nous faut résoudre une ambiguïté.

### 1. L'ordinateur: objet, média, ou bien outil

L'ordinateur-objet:

L'arrivée de l'ordinateur a d'abord déclenché dans le monde enseignant la curiosité envers cette nouvelle machine, son fonctionnement, sa maîtrise et donc la maîtrise des langages de programmation. Il fallait commencer par là. Or cet apprentissage est long et entraîne souvent une passion: «l'ordinomanie», si bien que certains en restent là. On les a surnommés les «pitonneux». La formation des enseignants est actuellement surtout centrée sur cet aspect de l'ordinateur comme «objet d'apprentissage». L'essentiel des programmes et des utilisations au primaire et au secondaire a le même axe. Nous avons déjà montré comment cet apprentissage va devenir de plus en plus relatif.

L'ordinateur-média:

Mais, depuis longtemps, des didacticiens ont été attirés par les possibilités vraiment «pédagogiques» de cet instrument et ont transféré sur lui les espoirs mis autrefois dans les «machines à enseigner» puis dans les «moyens audiovisuels». C'est l'aspect «média» de l'ordinateur. La sérénade des «médias» a été chantée par Mac Luhan sur l'air de «le

médium est le message». Les gens de technologie éducationnelle ont d'abord vu cet aspect, dans la lignée des médias audiovisuels.

Considéré sous cet angle, l'ordinateur apporte sa propre spécificité à la «médiatisation» des contenus et des activités pédagogiques. Il est un média parmi d'autres.

Les analyses a posteriori nous révèlent actuellement que le média semble avoir moins d'influence pratique sur l'efficacité des apprentissages que la valeur des contenus et des activités éducatives.

Aussi a-t-on tendance à réserver de plus en plus l'emploi de l'ordinateur comme «média» ou support de contenus, à des enseignements où l'on est sûr qu'il puisse être efficace.

Et, contrairement à ce qui est souvent répété, l'ordinateur n'est pas un média comme les autres. Il peut tous les imiter, les assister, les remplacer. Il peut aussi assister et remplacer toutes les autres composantes du système éducatif: outils, techniques, méthodes, environnement, enseignants, administrateurs... Ce n'est pas «une machine», c'est «mille machines» en puissance comme dit Maurice Bélanger.

L'ordinateur-outil:

On commence juste à découvrir cette autre vérité qu'on aurait dû comprendre depuis longtemps: l'ordinateur-outil. Il peut être outil d'apprentissage, d'expression, de création, de tutorat, de préceptorat, de conseil, d'évaluation, de travail intellectuel en général, de travail administratif, de gestion des instruments didactiques, de communication et d'échange.

Cette dimension d'outil se révèle même infiniment plus large et plus riche de possibilités et d'avenir en éducation que les aspects «objet» ou «média» d'apprentissage.

Or nous avons vu dans la première partie que l'évolution du matériel et du logiciel informatiques va dans cette direction: faciliter l'utilisation pratique de l'ordinateur comme outil quasi-universel.

Nous avons vu aussi dans le chapitre «utilisations pédagogiques», en deuxième partie, que les chercheurs et innovateurs sentent le vent tourner: ils prédisent la stabilisation des utilisations de l'ordinateur comme objet et média et l'accroissement de son emploi comme outil d'intelligence.

D'ici cinq ans, la principale application du micro-ordinateur en éducation sera celle d'un outil polyvalent extrêmement puissant et facile à opérer.

Il serait temps qu'on en prenne conscience et qu'on prépare le système éducatif à le recevoir sous cette forme.

## 2. L'ordinateur-outil en éducation

a) Mais auparavant, revenons aux multiples avancées actuelles que nous avons vues en première partie et essayons de lister leurs applications possibles en éducation.

Nous avons donc:

- des outils d'emmagasinage et de traitement de l'information sous toutes ses formes:
  - nombres;
  - textes;
  - idées;
  - règles;
  - plans;
  - graphismes;
  - son;
  - commande d'instruments;
  - temps;

- communication;

- grâce à des systèmes partiellement ou totalement intégrés:

  - tableurs;
  - bases de données;
  - traitement de texte;
  - traitement d'idées;
  - systèmes graphiques;
  - générateurs d'image;
  - générateurs de son et de voix;
  - gestion de l'audiovisuel;
  - gestion de temps;
  - systèmes de communication;
  - systèmes d'accès à l'information;
  - systèmes-experts d'analyse et d'inférence;

- des périphériques d'entrée et de sortie de plus en plus diversifiés;

- des interfaces avec l'usager vraiment «amicaux» comme les fenêtres, menus et icones.

b) Et que peut-on faire de tout cela en éducation? Nous l'énoncerons en style télégraphique, espérant que les initiés au monde scolaire comprendront facilement. Laissons courir la plume sans ordre. L'ordinateur peut être:

- horaire et calendrier;
- crayon;
- gomme à effacer;
- tableau;
- papier;
- table à dessin;
- instrument de musique et de composition musicale;
- calculatrice;

- carnet de notes;
- machine à écrire;
- manuel;
- cahier d'exercices;
- répétiteur;
- laboratoire;
- simulateur et illustrateur;
- dictionnaire;
- banque de données personnelles;
- banque de règles ou principes;
- moyen d'accès à l'information écrite;
- moyen d'accès aux supports et contenus audiovisuels;
- magasin général de l'intellect;
- exerciseur pour les techniques de base;
- intelligence aidée par ordinateur;
- aide à la conception et à la création;
- aide à la composition et à la présentation de textes, résumés, plans, rapports, bilans...;
- aide à la planification;
- méthode de travail intellectuel;
- structurateur des connaissances;
- instrument de recherche et d'analyse;
- gérant de l'instrumentation didactique;
- évaluateur;
- gestionnaire des dossiers individuels;
- outil de bureau en général;
- aide à la décision;
- gestion des rendez-vous, des présences et absences, des horaires individuels;
- gestion du tutorat;
- communication et échange d'information;
- enseignement ou apprentissage à distance;
- etc.

Oui, l'ordinateur-outil peut faciliter de multiples tâches en éducation, comme déjà le font les bons systèmes-auteurs.

## 3. L'ordinateur compatible avec les enseignants

Lorsqu'on fournira aux enseignants non pas un ordinateur-formateur-à-la-logique qui demande un long apprentissage de la programmation; non pas un ordinateur-débiteur-de-contenus-et-créateur-d'activités-pédagogiques-à-la-place-du-prof, mais un ordinateur-aide-à-l'enseignant, on aura gagné la partie. Les professeurs l'adopteront vraiment.

Or cette aide, les maîtres n'en ressentent pas en premier le besoin dans l'acte vraiment pédagogique de transmission du savoir: il n'est pas prouvé, dans leur pensée, que cela en vaille la peine.

Mais là où ils ont besoin d'aide, c'est dans les tâches secondaires et fastidieuses de préparation, d'organisation, de gestion, d'évaluation de l'enseignement, et toutes les activités connexes.

Essayons d'en dresser un rapide tableau:

- accès à l'information:
  - accès aux banques de références et de documents;
  - échanges avec d'autres enseignants;
  - accès à des banques de «précepticiels» et de modèles pédagogiques;
  - emmagasinage et manipulation des analyses et résumés.

- aide à l'élaboration des contenus:
  - listes d'objectifs hiérarchisés;
  - rédaction, validation, modification de programmes locaux;
  - rédaction, validation, modification des contenus de cours;
  - structuration des contenus en modules et mise à jour ou correction de ces modules.

- aide à la structuration des activités:
  - élaboration de modèles pédagogiques;
  - élaboration et modification de plans d'activités.
- gestion de l'instrumentation didactique:

- catalogage et prêt de manuels, livres de référence, exercices, sources audiovisuelles, logiciels;
- gestion de laboratoire, appariteur-robot;

- contrôle des appareils audiovisuels:
  - magnétoscope, vidéo-disque....

- gestion du cheminement des élèves:
  - à travers des modules de contenus ou illustrations;
  - à travers des travaux et applications individuels.

- gestion de l'évaluation:
  - accès à des banques d'items;
  - accès à des instruments d'évaluation;
  - génération de questionnaires validés et individualisés;
  - corrections automatiques.

- gestion des dossiers:
  - horaires;
  - inventaires;
  - absences;
  - moyennes;
  - graphiques;
  - rapports;
  - bilans;

- gestion du temps:
  - horaires personnels;
  - rencontres;
  - tutorat;
  - appels téléphoniques;
  - adresses des parents;

- gestion collective:
  - planification de projets;
  - travail de groupe.

Or, les systèmes d'auteur actuellement disponibles (comme Sophie, le dernier cri) sont loin de répondre à tous ces besoins. Ce n'est d'ailleurs pas leur but.

Les logiciels capables d'accomplir ces exploits de «bureautique professorale» vont bientôt être disponibles, mais il faudra probablement en faire adapter quelques-uns à des usages spécifiques inusités dans le monde des affaires, comme les banques de modèles pédagogiques ou de modèles individualisés pour la compréhension (précepticiels).

Ces logiciels, ainsi que les interfaces à l'usager, auront intérêt à être au maximum «teacher friendly». Car les enseignants se serviront couramment de l'ordinateur quand celui-ci sera vraiment «transparent au professeur» c'est-à-dire aussi facile à utiliser qu'un magnétoscope. J'allais dire «qu'un téléphone». Mais la comparaison serait boîteuse, car les données qu'on présente au téléphone ne sont que de la voix, tandis qu'à l'ordinateur, il faut présenter des données, des indications de traitement, des sorties: aussi ai-je préféré «le magnétoscope» qui représente à peu près le maximum de complexité technique qu'on peut se targuer de faire digérer à la moyenne des enseignants sans avoir à en faire des techniciens. L'ordinateur sera «amical» pour les maîtres quand il ne sera plus un paquet de fils, et quand on n'aura plus besoin d'être analyste, programmeur ni même opérateur pour s'en servir. Il ne doit pas augmenter la tâche du professeur mais la soulager. Il reste encore de sérieux efforts à faire.

Quant aux machines elles-mêmes, on peut dire que le genre IBM PC ou Max 20E suffira avec un peu plus de mémoire qu'actuellement.

On peut donc prévoir que, d'ici deux ou trois ans, ces genres d'utilisations pourrant commencer dans les maisons d'enseignement... si l'on s'y prend dès maintenant pour former les professeurs à ces applications concrètes.

Or les programmes actuels de formation aux A.P.O. ne font qu'effleurer ces utilisations.

## 4. L'ordinateur compatible avec les apprenants

Nous disons bien les «apprenants»; et pas seulement les «s'amusants» avec les jeux vidéo; les «vagabondants» à travers les choses à apprendre; les «s'exaltants» du défi de la programmation; les «casseurs» de blindages, verrouillages et codes de sécurité des systèmes.

Bien sûr, ceux qui voudront apprendre trouveront d'ici peu d'années (deux ou trois) une multitude de petits programmes éducatifs pour ordinateurs domestiques entre les concombres et les tomates chez Steinberg ou Provigo, à des prix rendant inutile tout copiage. Mais ils seront disparates et de valeur éducative plus ou moins suspecte. Qui fera l'intégration de ces nouveaux savoirs aux éléments déjà acquis? Qui structurera ces acquisitions?

Or le système éducatif, au milieu de ses nombreux défauts, offre tout de même actuellement la seule voie d'intégration et de structuration des savoirs, savoir-faire et savoir-être. Et les ordinateurs doivent favoriser eux aussi cette dimension.

Que peuvent apporter les micro-ordinateurs d'aujourd'hui et de demain matin aux «apprenants», sans demander un effort surhumain ni lasser trop vite la patience relative des jeunes?

- des outils accélérant ou remplaçant l'apprentissage des techniques de base: écriture, rédaction, composition, analyse pour le texte. Tracé, mesures, proportions, format, choix de couleurs pour le dessin. Doigté instrumental, solfège, écriture musicale pour la musique. (Est-il nécessaire d'apprendre à jouer d'un instrument et à écrire la musique pour composer? La musique ne s'apprend pas par les doigts ou les yeux, mais par les oreilles et le cerveau). Etc...;

- des outils de compréhension individuelle des notions difficiles, présentant celles-ci sous diverses formes et avec

diverses explications et illustrations (ce que Maurice Peuchot nomme des «précepticiels»);

- des outils de gestion de cheminement individualisé;
- des outils de gestion de l'image et du son;
- des outils de travail intellectuel les formant et les astreignant à une méthode rigoureuse;
- des outils facilitant l'intégration et la structuration des apprentissages;
- des outils d'aide à la créativité et à la découverte;
- des outils utiles (c'est le même mot) à leur profession future, donc efficaces dans leur formation professionnelle;
- des outils d'accès et de consultation facile des références et de la documentation à distance;
- des outils d'échange avec d'autres étudiants;
- des outils amicaux d'orientation scolaire et professionnelle;
- ....

Et ce doivent être des outils «learner friendly», amicaux pour l'apprenant, donc totalement «transparents».

Ces outils vont bientôt exister. Ils demanderont une très grande puissance matérielle et logicielle. Ils coûteront donc très cher pendant les quelques années qui viennent . Or de tels outils devraient être à la disposition de chaque élève pour être efficaces. On voit le problème..., que la machine leur soit fournie par le système scolaire ou par le milieu familial et communautaire (bibliothèques, clubs...). Il faut aussi attendre qu'ils soient de dimension telle qu'ils prennent

place sur le demi-pupitre de chaque élève. Le GRID nous en montre la voie (grâce aux mémoires à bulles). Mais il faut attendre trois à cinq ans avant que le prix ne soit à la portée de la grande diffusion.

En tout cas, les appareils existant actuellement dans le monde scolaire ne pourront jamais remplir les conditions requises.

Messieurs les décideurs, pensez-y pour les appels d'offres futurs.

Et rien ne se fera si les maîtres eux-mêmes ne savent pas manipuler et utiliser efficacement de tels systèmes. Sans compter qu'il y faudra une sérieuse révision des programmes en ce qui concerne la place de l'apprentissage des techniques de base et des méthodes de travail. Les insistances devront changer. La structuration des activités éducatives devra aussi laisser plus de place à la compréhension personnelle et au cheminement individualisé... Il y a du pain sur la planche.

## CONCLUSIONS

- A.P.O. ou A.O.P.?

Jusqu'à maintenant on a parlé au Québec d'A.P.O.: applications pédagogiques de l'ordinateur. Or, vouloir que ces applications soient proprement et uniquement «pédagogiques», c'est-à-dire apportent à tout coup une plus-value significative à l'efficacité des apprentissages en classe, c'est encore s'enfermer dans la vision «média» de l'ordinateur, et à la limite dans la vision «objet» comme formation complémentaire à l'enseignement.

Il semble qu'il faille bientôt se contenter en éducation d'un ordinateur-outil qui augmentera le rendement de chaque acte, directement pédagogique ou non, accompli dans le contexte éducatif.

Dans le passé, au temps où la pédagogie essayait d'arracher quelques bribes de temps C.P.U. à la gestion, toujours prioritaire sur les ordinateurs centralisés, on prenait bien soin de définir les applications pédagogiques de l'ordinateur comme opposées à celles de gestion. Aussi les projets de politiques présentés en 1981 par le G.T.D.P. pour le primaire et secondaire et par le S.C.U.O.P. pour le collégial apportaient la même définition:

> «Par l'expression «applications pédagogiques de l'ordinateur (A.P.O.)», nous entendons les utilisations autres que celles de gestion ou d'administration des immeubles, des ressources matérielles, des personnels et de l'organisation du système scolaire (comme pour les horaires, présences, moyennes, bulletins, détermination des groupes-classes, distribution des locaux, inventaires, paies, etc....). Il existe, à peu près partout au Québec, des systèmes informatisés de gestion, collectifs ou locaux, qui fonctionnent bien. Il s'agira plutôt des applications où

l'ordinateur sert directement à l'enseignement et/ou à l'apprentissage.»

Et l'on demandait à grands cris «l'exclusivité pédagogique», c'est-à-dire un matériel dédié aux applications pédagogiques, car la gestion et la pédagogie peuvent difficilement cohabiter sur un même matériel.

Or, maintenant que la manne informatique gouvernementale s'est répandue généreusement sur le monde de la pédagogie, y apportant des appareils aussi puissants que ceux qu'utilisait autrefois la gestion des écoles, il n'y a plus à cultiver le complexe d'infériorité et donc à maintenir des barrières paranoïaques. La pédagogie et le monde des A.P.O. peuvent ouvrir les bras à la gestion de l'enseignement et de l'apprentissage dans le paradis de la micro-informatique.

Il s'agira alors plutôt d'applications de l'ordinateur en pédagogie ou A.O.P. Et il ne fait aucun doute que les professeurs, une fois apprivoisés à des usages facilitateurs de l'ordinateur, en étendront par la suite naturellement l'utilisation à des domaines proprement pédagogiques. L'extension future des A.P.O. passe par les A.O.P.

- L'ordinateur-marmiton

En grande cuisine, le maître-queue donne la recette, distribue le travail, dirige l'exécution et goûte la sauce. Les marmitons pèlent les légumes, les tranchent, veillent les casseroles et lavent la vaisselle. Vivement qu'en éducation le maître puisse concentrer ses énergies sur l'essentiel: la pédagogie, laissant la «cuisine» administrative et didactique au marmiton-ordinateur. Le micro-ordinateur est appelé à devenir béquille bureautique et patte intellectuelle.

- La compatibilité d'humeur

Dans les années qui viennent, l'éducation aura besoin d'ordinateurs compatibles avec les enseignants et d'ordinateurs compatibles avec les

apprenants. L'industrie des matériels et des logiciels est justement en train ou sur le point de produire les instruments adéquats. Il faut donc prévoir dès maintenant l'évolution des achats de systèmes informatisés; l'adaptation des programmes: objectifs, contenus, méthodes; la préparation des maîtres à intégrer ces nouveaux systèmes à la plus grande partie sinon à la totalité de leur démarche d'enseignement; la formation des jeunes à l'utilisation de ces outils dans une large part de leurs actes d'apprentissage.

- Quelle logique?

Or la plupart des systèmes-outils qu'on nous propose actuellement sur le marché se chargent de la cuisine d'exécution à condition que l'usager leur ait présenté une analyse rigoureuse des spécifications du problème à resoudre. Avant de commencer, il doit savoir avec précision tout ce qu'il veut: où il veut en venir; sous quel genre d'output; par quelles étapes et avec quelles stratégies; à partir de quelles données, présentées sous quelle forme et dans quel ordre? Et il doit dire tout cela à l'appareil selon son code de plus en plus formel, car les systèmes ordinés sont de plus en plus conviviaux en termes de fonctionnement, mais de plus en plus exigeants, rituels et étroits en ce qui concerne l'analyse des tâches et la précision de la communication.

D'autre part, ceux qui travailleront en informatique pour nous fabriquer, entretenir et adapter ces systèmes seront de moins en moins des programmeurs et de plus en plus des analystes super-puissants, capables de jongler avec les langages de quatrième génération et les systèmes-experts.

Nous voici donc devant le triomphe des super-locigiens. Or la population étudiante, qui comporte environ 3% d'élèves dits «talentueux» ne renferme probablement pas plus de 1% de personnages destinés à ces hautes fonctions par leurs aptitudes naturelles ou acquises.

Voilà le dilemme. Serait-ce l'échec de nos «prospectives» si péniblement élaborées?

Disons d'abord qu'une bonne partie des applications échappent à ce scénario, car elles impliquent des tâches qui ne demandent pas une sérieuse analyse et sont facilitées par des «interfaces à l'usager» véritablement amicaux: dessiner, traiter un texte simple, communiquer avec quelqu'un, résoudre une opération arithmétique...

D'autre part, le règne des langages de quatrième génération, analytiques, structurés de façon descendante et générateurs de code, est en train de passer rapidement puisqu'on en arrive aux langages de «ultra-haut niveau» ou systèmes de cinquième génération où le dialogue homme-machine se fera en mode naturel (naturel à l'homme et non naturel à la machine) comme la voix et le geste. Les langages de 4e génération seront sous-jacents, de façon transparente, à ces systèmes. Ainsi, la cinquième génération japonaise reposera sur le «Prolog» français.

Enfin, des gens comme Alan Kay nous ont préparé (Smalltalk) ou nous préparent des langages permettant un processus logique à analyse montante (comme Logo et d'autres dérivés du Lisp), grâce à la structuration progressive de sous-modules de base.

Mais il existe encore dans le genre humain d'autres schémas de logique:

- la logique «spirale» qui tourne autour du pot en se rapprochant progressivement;

- la logique «zigzag» qui papillonne jusqu'à ce qu'elle se pose sur une fleur;

- la logique «tire-lire» qui ajoute les cents. Quand le pot est plein, on achète l'idée;

- la logique «poire» qui tâte le fruit régulièrement sans le blesser, jusqu'à ce qu'il tombe dans la main;

- la logique «lie-de-vin» qui attend la décantation;

- la logique «labiale» (ou verbo-motrice) où le fait d'en parler et reparler amène l'évidence;

- la logique «fagot»: qui doit enserrer absolument tous les aspects du problème, sous tous ses angles, avant de le structurer et de le traiter;

- la logique «pierre dans l'eau» qui part d'un point pour s'élargir à des cercles de plus en plus larges;

- la logique «aléatoire» qui fait des liaisons au hasard;

- la logique «impressive» qui associe les intuitions;

- la logique «métaphorique» qui réduit une situation à une métaphore, une allégorie ou une image;

sans compter la logique «bull dozer» qui se traduit par le «je veux et je l'aurai par n'importe quel moyen» ...et probablement beaucoup d'autres.

Déjà des chercheurs entrevoient ces différentes approches et inventent des outils aptes à les favoriser et à les assister, comme, par exemple, les bases de données non structurées qui permettent n'importe quel réseau d'interrelations.

On peut donc espérer que bientôt ce genre d'instruments ouverts abonderont et que nous n'aurons pas à torturer nos pauvres rejetons, de moins en moins logiques (paraît-il), pour en faire des spécialistes de l'analyse structurée descendante.

- Vivent les excentriques

De toute façon, en face de la montée des modes de faire et des outils de plus en plus rationnalisés propres à l'ingénierie, l'avenir appartiendra probablement aux excentriques qui sauront reposer les problèmes sous des jours nouveaux, à la grande surprise des logiciens qui auront cru penser à tout.

Ne serait-il pas temps de donner une place, dans le régime pédagogique, à «l'excentricité»?

**DEJA PARUS DANS CETTE COLLECTION:**

- IMPLANTATION DE LA MICRO-INFORMATIQUE A L'ECOLE. Etudes exploratoires.

- L'ORDINATEUR COMPATIBLE AVEC LES ENSEIGNANTS. Prospective sur les micro-ordinateurs en éducation.

- L'INTRODUCTION DES ORDINATEURS A L'ECOLE. Analyse comparative: Canada et autres pays.

- COOPERATION FRANCO-QUEBECOISE SUR LES LOGICIELS. Actes du séminaire de Montréal: Septembre 1984.

- LA PAGE-ECRAN ET SES ATTRIBUTS. Pour une évaluation plus raffinée des didacticiels.

- LA DOCUMENTATION D'ACCOMPAGNEMENT DES DIDACTICIELS. Critères d'évaluation et de production.